

100 MeV Electron Linac in Kyoto University

T. Shirai, T. Sugimura, M. Kando, M. Ikegami, Y. Iwashita, H. Okamoto, S. Kakigi,
H. Dewa, H. Tonguu, H. Fujita, A. Noda, K. Mashiko* and M. Inoue

Nuclear Science Research Facility, Institute for Chemical Research, Kyoto University
Gokasho, Uji-city, Kyoto 611, Japan

*Nihon Kensetsu Kogyo Co Ltd., 5-13-11 Shinbashi, Minato-ku, Tokyo 105, Japan

An electron accelerator has been constructed for the synchrotron light source at the Institute for Chemical Research, Kyoto University. The accelerator consists of a 100 MeV linear accelerator and a 300 MeV storage ring. The output beam energy from the linac is 100 MeV and the designed beam current is 100 mA at the pulse width of 1 μ sec. The maximum repetition is 20 Hz. The construction was finished and the component test is under going. The peak RF power of 20 MW is successfully fed to the accelerating structures at the pulse width of 2 μ sec.

京大化研 100 MeV 電子線形加速器

1. はじめに

京都大学化学研究所では、量子放射光を用いた研究をおこなうために、その光源となる電子加速器の建設を現在すすめている。この加速器はビームエネルギー 100 MeV の RF 線形加速器と 300 MeV の蓄積リングから構成されている。図 1 にこの加速器システムのレイアウトを示す。蓄積リングの偏向部から出る放射光の臨界波長は 17 nm であり、さらに短波長の光を得るために挿入光源を用いる予定である。また、蓄積リングの長い直線部を利用した自由電子レーザーの研究や、電子ビームと結晶との相互作用によって発生する放射光に関する研究も検討されている。

この電子加速器の建設に当たっては、日本原子力研究所より、線形加速器²⁾、小型放射光リングの不要部品を譲り受け、それらを用いて、1994年10月に建設をスタートをした。そして、1995年

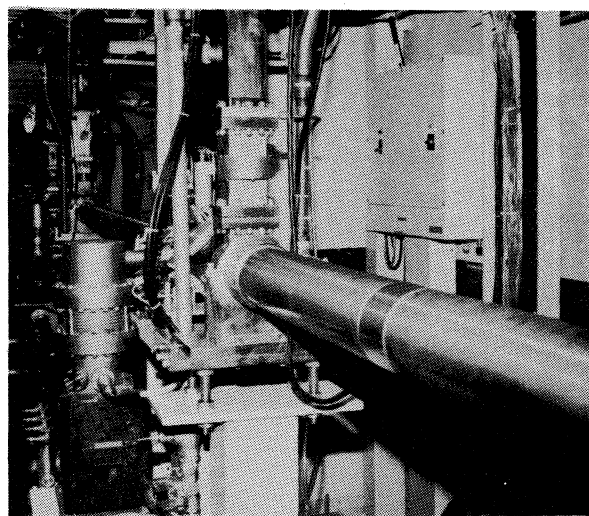


写真1 線形加速器上流から見た外観

図1 電子加速器のレイアウト

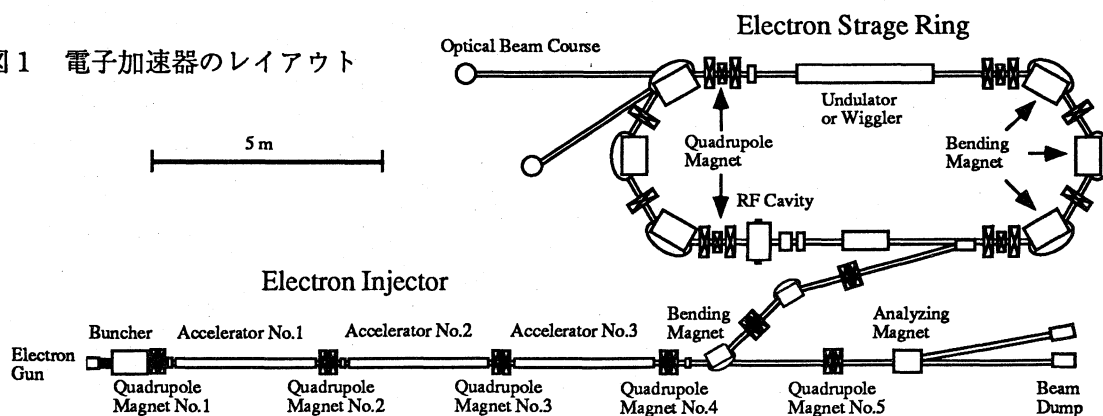


Table 1 線形加速器の主なパラメータ

出力ビーム	
エネルギー	100 MeV
電流値	100 mA
パルス幅	1 μ sec
最大パルス繰り返し	20 Hz
電子銃	
カソード・グリッド	Y-796 (Eimac)
引き出し電圧	-100 kV DC
加速管 (2/3 π モード、定勾配型)	
長さ	3 m
運転周波数	2857 MHz
シャントインピーダンス	53 M Ω /m
加速電界強度 (無負荷)	15 MV/m
クライストロン (ITT-8568)	
カソード電圧	250 kV, 250 A
出力RF電力	21 MW
増幅率	53 dB

3月までに線形加速器の組立をほぼ終了した。その後、高周波系を中心に、テストを行っている。

2. 電子入射系と加速管

電子銃はカソード・グリッドアセンブリとしてY-796を用いた熱電子銃で、-100 kVのDC高圧電源によって加速している。電子ビームのパルス幅は最大1 μ secで、これは蓄積リングのキッカー電磁石の励磁時間に相当する。ビーム電流はリニアックのビームローディングによるエネルギー広がりや蓄積リングのアクセプタンスとの関係から、最大100 mAに設定している。

バンチャー部は定在波型リエントラント空洞を用いたプリバンチャーと、21セルから成る、進行波型加速管を用いたバンチャーから構成されている。バンチャー部は収束のためにソレノイドコイルによって囲まれている。

加速管は、定勾配型の3 m加速管を3本用いており、最終的なビームエネルギーは100 MeVを予定している。この値は、施設のサイズの制限と、蓄積リングへの入射効率から決定した。加速管への最大投入RF電力は1本当たり20 MWである。

ビーム輸送系としては、各加速管の間に四重極電磁石のダブレットが設置されている。線形加速器の加速

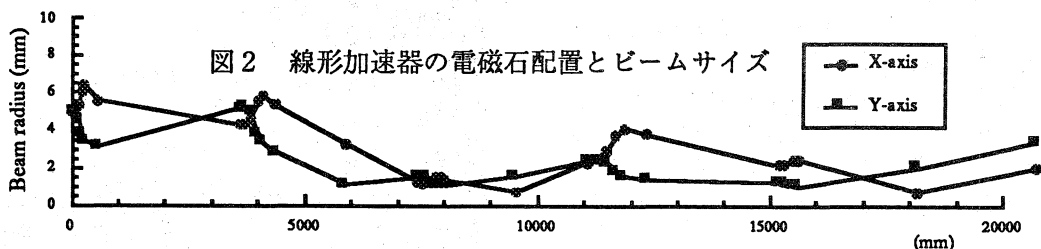


図2 線形加速器の電磁石配置とビームサイズ

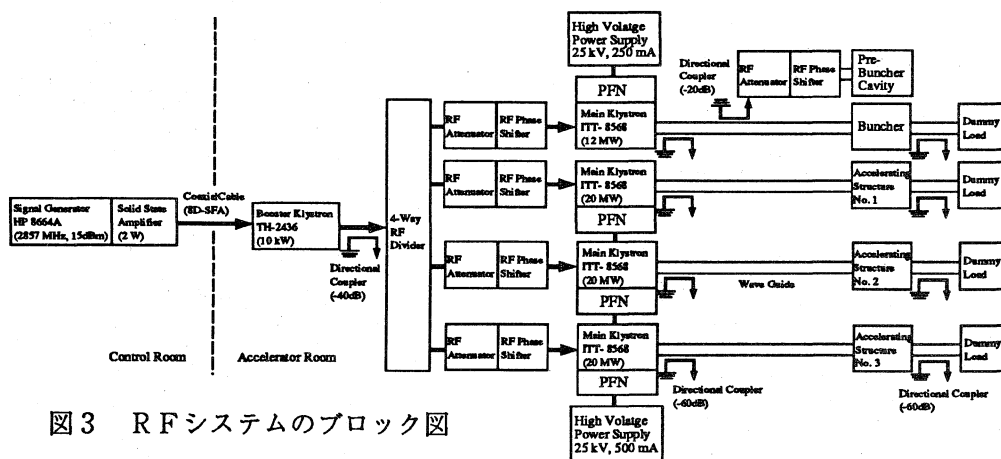
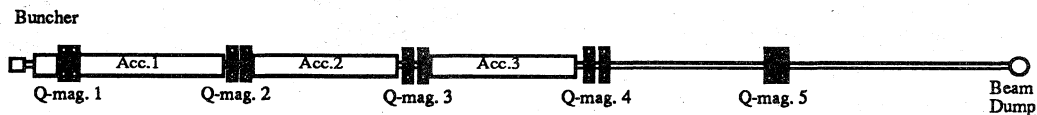


図3 RFシステムのブロック図

管、電磁石の配置とビームサイズについて図2に示す。

3. RFシステム

図3にRFシステムのブロック図を示す。パンチャーと3本の加速管は、それぞれクライストロン、モジュレーターが1組づつ割り当てられている。そして、システムの効率化をはかるために、1台の高圧電源で加速管の各モジュレータに電力を供給している。また、ビームエネルギーの安定化を図るためには、電源電圧の安定化が不可欠であるが、我々はこの高圧電源にトランジスタタイプの安定化電源を用いて対応している。この電源の出力は25 kV、500 mAで、電圧安定度は 10^{-3} 以下である。ただし、パンチャー系はカソード電圧が異なるので、別電源が用意されている。

クライストロンにはITT-8568を用いており、最大出力電力は21 MWである。これは、現在メンテナンス等を考慮して、ソケットの形状に近い三菱製ク

ライストロンPV-3030A2への置換を検討している。モジュレーターは原研製のもので、出力パルスは22.5 kV、3000 Aである。

これらのクライストロン電源をはじめ、電子銃電源等は、光GP-IBインタフェースを持っており、それぞれ光ファイバーで接続されている。図4にコントロールの接続図を示す。光ファイバーは最終的に1カ所にまとめられ、コントロール室のIBM-PC上でMS-WINDOWSベースのシステムによって制御されている。

4. RFテスト

加速管は原子力研究所において実際の運転に使用されていたものであるが、運転停止後約1年程度経過していることと、輸送、組立時に窒素封入したものの、大気に解放されていたことを考慮して、ある程度のRFコンディショニングが必要と考えられた。しかし、実際にはパルス繰り返し周波数3.6 Hzで、1本の加速管あたり約3時間程度のコンディショニング時間で20 MWの入力に成功した。

現在は、1台の直流高圧電源で3本の加速管同時にRFを入力することができている。図5は第1、3加速管にRFを供給した際の信号波形を示している。上2つの波形は第1、3加速管用クライストロンのカソード電圧である。このときのピーク電圧は250 kVである。図の下2つの波形は第1、3加速管の入力RF力波形である。このときのRF電力のピーク値は20 MWである。

今後は最大パルス繰り返し周波数である20 Hzでの運転テストをするとともに、ビーム加速のためのテストを続ける予定である。

5. 謝辞

この電子加速器の建設に当たっては、日本原子力研究所の鈴木康夫氏、小林千秋氏、荘司時雄氏、および、大型放射光グループの方々に様々なご協力を頂き、大変感謝いたしております。高エネルギー物理学研究所の福田氏にはクライストロンについて、ご助力頂きました。また、この建設に際しては化学研究所の風間氏に協力して頂きました。

6. 参考文献

- 1) 野田章、他、"電子蓄積及びストレッチャーリング、KSR", 本研究会報告
- 2) H.Takekoshi, et al., "Design, Construction and Operation of JAERI-Linac", JAERI-Report 1238, 1975

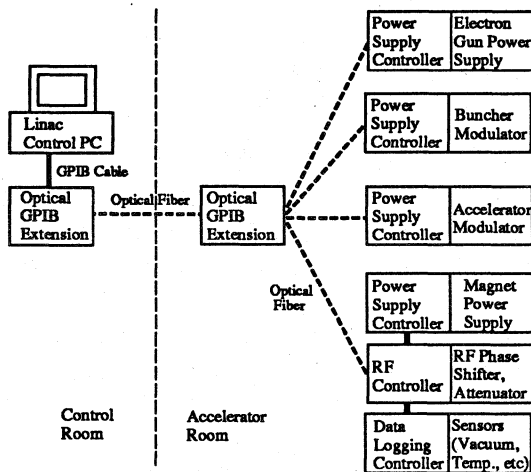


図4 コントロールシステムブロック図

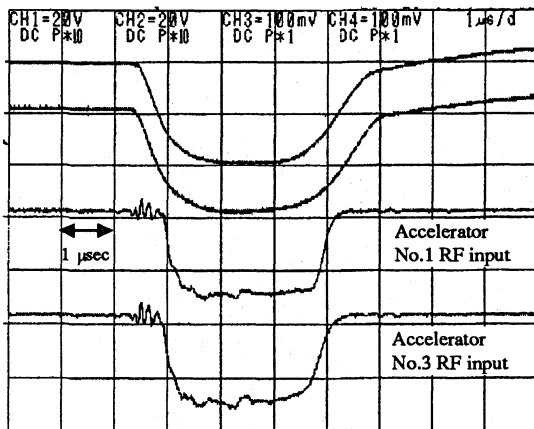


図5 第1、3加速管の入力RF波形